UDC

中华人民共和国行业标准

CJJ

P

CJJ 32－2011

备案号 J 1184－2011

含藻水给水处理设计规范

Code for design of algae water treatment

2011－04－22 发布　　2012－01－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

中华人民共和国行业标准

含藻水给水处理设计规范

Code for design of algae water treatment

CJJ 32－2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

中华人民共和国行业标准

含藻水给水处理设计规范

Code for design of algae water treatment

CJJ 32－2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168毫米　1/32　印张：1½　字数：39千字
2011年7月第一版　　2011年7月第一次印刷
定价：**10.00**元
统一书号：15112·20292

版权所有　翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn
网上书店：http://www.china-building.com.cn

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第 997 号

关于发布行业标准《含藻水给水处理设计规范》的公告

现批准《含藻水给水处理设计规范》为行业标准，编号为 CJJ 32－2011，自 2012 年 1 月 1 日起实施。其中，第 4.4.5、4.7.5 条为强制性条文，必须严格执行。原行业标准《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32－89 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 4 月 22 日

前　　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标［2008］102号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了本规范。

本规范主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 取水口位置选择；4 含藻水给水处理；5 应急处理。

本次修订的主要技术内容是：增加了术语、预处理、混凝、活性炭吸附、膜处理、含藻水水源水质突发污染时的应急处理以及藻毒素等有关规定。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国市政工程中南设计研究总院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送中国市政工程中南设计研究总院（地址：湖北省武汉市解放公园路41号，邮编430010）。

本规范主编单位：中国市政工程中南设计研究总院

本规范参编单位：广州市市政工程设计研究院
清华大学

本规范主要起草人员：李树苑　陈才高　随　军　刘文君
刘海燕　杨文进　孙志民　吴瑜红
付　乐　雷培树　王占生　汪传新
张怀宇　周建华　王广华　刘国祥
王早文

本规范主要审查人员：吴济华　郄艳秋　杨　开　马　军
熊水英　张　竑　姜应和　陶　涛
于水利　徐山源　吕跃进

目　次

1　总则……1
2　术语……2
3　取水口位置选择……3
4　含藻水给水处理……4
4.1　一般规定……4
4.2　预处理……4
4.3　混凝、沉淀（澄清）……5
4.4　气浮……6
4.5　过滤……6
4.6　活性炭吸附……8
4.7　膜处理……8
4.8　消毒……9
5　应急处理……10
附录A　藻数量的测定……11
本规范用词说明……13
引用标准名录……14
附：条文说明……15

Contents

1 General Provisions ······ 1

2 Terms ······ 2

3 Water Intake Location Options ······ 3

4 Water Supply Treatment for Algae Water ······ 4

4.1 General Requirements ······ 4

4.2 Pretreatment ······ 4

4.3 Coagulation, Sediment (Clarify) ······ 5

4.4 Air Floatation ······ 6

4.5 Filtration ······ 6

4.6 Activated Carbon Adsorption Filter ······ 8

4.7 Membrane Treatment ······ 8

4.8 Disinfection ······ 9

5 Prevention and Emergency Water Sources ······ 10

Appendix A Detection and Counting of Algae ······ 11

Explanation of Wording in This Specification ······ 13

List of Quoted Standards ······ 14

Addition: Explanation of Provisions ······ 15

1 总 则

1.0.1 为提高含藻水给水处理设计水平，达到技术先进、经济合理、安全适用，保证供水水质达标，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于以含藻的湖泊、水库或河流为水源的给水处理设计。

1.0.3 水源水质应符合国家现行标准《地表水环境质量标准》GB 3838 和《生活饮用水水源水质标准》CJ 3020 的有关规定，且应在设计枯水位时能够取到符合水源水质标准的设计水量。选择水源时，应调查水源水的含藻量、富营养化程度和有关水质的变化情况。

1.0.4 含藻水给水处理应避免破坏藻类细胞壁，控制藻毒素的升高，保障饮用水的安全。

1.0.5 含藻水给水处理设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1 含藻水　algae water

藻类及其他浮游生物过量繁殖、藻数量大于 100 万个/L 或足以妨碍混凝、沉淀和过滤正常运行的水源水。

2.0.2 藻渣　algae scum

气浮池分离室水面上藻的浮渣。

2.0.3 水华　water blooms

藻类过度繁殖导致水质恶化的一种生态现象。

2.0.4 高效沉淀池　high efficiency settler

由机械混凝和斜管（板）沉淀构成、采用污泥外回流并具有较高液面负荷的沉淀池。

2.0.5 翻板滤池　shutter filter

以反冲洗排水舌阀（板）代替反冲洗排水阀的过滤形式。反冲洗排水舌阀（板）在工作过程中可 0°～90°范围内来回翻转。冲洗采用气水冲洗、具有反冲洗时不排水特点的快滤型滤池。

3 取水口位置选择

3.0.1 取水口应位于含藻量较低、水深较大或水域开阔的位置，不应设在水华频发区域、高藻期间主导下风向的凹岸区。

取水口应远离天然湖岸、泥沙淤积区。取水口的位置应符合现行行业标准《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ/T 338 的规定，一级保护区域范围内不应有排水口和入湖河口。

3.0.2 当湖泊、水库的水深大于 10m 时，应根据季节性水质沿水深的垂直分布规律，在表层水以下分层取水。

3.0.3 设计最低水位时取水口上缘的淹没深度，应根据表层水的含藻量、漂浮物和冰层厚度确定，且不宜小于 1m。

3.0.4 取水口下缘距湖泊、水库底的高度，应根据底部淤泥成分、泥沙沉积和变迁情况以及底层水质等因素确定，且不宜小于 1m。

4　含藻水给水处理

4.1　一般规定

4.1.1　含藻水给水处理工艺必须保证供水水质符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

4.1.2　含藻水给水处理工艺流程的选择及构筑物的选型，应根据原水水质或相似水厂的经验，通过技术经济比较后确定；必要时可通过试验确定。

4.1.3　含藻水给水处理宜按下列工艺流程选择：

1　原水—预处理—混凝—沉淀（澄清）—气浮—过滤—消毒

2　原水—预处理—混凝—气浮或沉淀（澄清）—过滤—消毒

3　原水—预处理—常规处理（混凝、气浮或沉淀（澄清）、过滤）—深度处理（活性炭吸附、臭氧—生物活性炭、超（微）滤）—消毒

4　原水—预处理—混凝—气浮或沉淀（澄清）—超（微）滤—消毒

4.1.4　以含藻水为水源的水厂不宜采用微絮凝直接过滤工艺。

4.1.5　藻数量的测定应符合本规范附录 A 的规定。藻毒素的测定应符合现行国家标准《水中微囊藻毒素的测定》GB/T 20466 的规定。

4.2　预处理

4.2.1　以含藻水为原水的水厂应设置预处理。结合水源水质特点,预处理可采用化学预氧化、粉末活性炭吸附或生物氧化等工艺。

4.2.2　预氧化的氧化剂应根据水源水质、规模、净水工艺等条

件选择氯、臭氧、高锰酸盐、二氧化氯等。投加的预氧化药剂不得影响水厂出厂水水质，并应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的规定。

4.2.3 预氧化药剂投加点可选择在水源厂（站）、净水厂。宜优先选择在水源厂（站）投加预氧化药剂，并充分利用原水输送的接触时间。当在水厂内投加预氧化药剂时，应避免各种药剂之间的相互影响。

4.2.4 预氧化药剂投加量应根据水源水质、净水工艺、预氧化目标以及水质安全等条件确定。

4.2.5 预氧化剂与待处理水应保证有足够的接触时间。

4.2.6 当含藻水水源在短时间内有异嗅或藻毒素较高时，可采用粉末活性炭吸附。粉末活性炭投加点和用量，应根据水质及试验确定。粉末活性炭宜投加到原水中并充分混合，投加量可为（10～30）mg/L。

4.2.7 人工填料生物预处理的进水应有较好的生物可降解性，BOD_5/COD 的比值宜大于 0.2。原水的藻数量、耗氧量、氨氮浓度较高，且水温不低于 5℃的含藻水，可根据试验结果，采用生物预处理。

4.2.8 人工填料生物接触氧化的水力停留时间宜为（1.5～2.5）h，曝气的气水比宜为 1∶1～2∶1。

4.2.9 下向流颗粒滤料生物滤池的主要参数宜符合下列规定：

1 滤料粒径宜为（2～5）mm，滤料厚度宜为 2m，滤速宜为（4～6）m/h；

2 气水比宜为 0.8∶1～1.5∶1，可采用穿孔管曝气、气水冲洗；

3 气水反冲洗强度宜为：水(10～15)L/(m^2·s)，气(10～20)L/(m^2·s)。

4.3 混凝、沉淀（澄清）

4.3.1 混合及絮凝池的设计应符合现行国家标准《室外给水设

计规范》GB 50013的有关规定。气浮池前的混凝时间可少于沉淀工艺，宜为（5～15）min。

4.3.2 平流沉淀池的表面负荷宜为（1.0～2.0）$m^3/(m^2 \cdot h)$，水平流速宜采用（6.0～10.0）mm/s，沉淀时间宜为（4.0～2.0）h。当原水浑浊度较低时，沉淀时间宜采用较高值。

4.3.3 上向流斜管沉淀池的液面负荷宜采用（5.0～6.5）$m^3/(m^2 \cdot h)$。

4.3.4 澄清池清水区的液面负荷宜采用(2.0～3.0)$m^3/(m^2 \cdot h)$。

4.3.5 高效沉淀池清水区的液面负荷可采用（10～25）$m^3/(m^2 \cdot h)$。

4.4 气　　浮

4.4.1 气浮池接触室的上升流速宜为（10～20）mm/s，分离室的向下流速可采用（1.5～2.0）mm/s，即分离室液面负荷可为（5.4～7.2)$m^3/(m^2 \cdot h)$。

4.4.2 气浮池的单格宽度不宜超过10m，池长不宜超过15m，有效水深可采用（2.0～3.0）m。

4.4.3 气浮池应设置排泥、排渣设施。

4.4.4 溶气罐位置宜靠近气浮池，溶气压力可采用（0.2～0.4）MPa；溶气水回流比宜为6%～10%，当含藻量高时，可采用11%～15%。

4.4.5 气浮池的藻渣必须全部收集，严禁直接排入水体，并应按照无害化的要求进行处理与处置。

4.5 过　　滤

4.5.1 滤池的滤料组成及滤速可按照表4.5.1选用。滤池的承托层应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013的有关规定，其中单层石英砂滤料、双层滤料的承托层之上应铺设粒径为（1～2）mm、厚度为50mm的石英砂。

表 4.5.1　滤池的滤料组成及滤速

滤料种类		滤料参数及组成			正常滤速（m/h）	强制滤速（m/h）
		粒径（mm）	不均匀系数 K_{80}	厚度（mm）		
单层石英砂滤料		0.7～1.0	<1.4	900	5～7	7～10
均匀级配单层石英砂粗砂滤料		0.9～1.25	<1.3	1200～1500	6～8	8～11
双层滤料	无烟煤	0.8～1.8	<1.8	450	6～8	8～12
	石英砂	0.5～1.0	<1.7	400		
三层滤料	无烟煤	0.8～1.8	<1.8	500	8～12	12～14
	石英砂	0.5～0.8	<1.5	270		
	高密度矿石	0.25～0.5	<1.7	80		

注：滤料的密度（g/cm^3）：无烟煤 1.4～1.6；石英砂 2.6～2.65；高密度矿石 4.4～5.2。

4.5.2　对采用单独水冲洗的滤池，水冲洗的强度及时间宜符合表 4.5.2-1 的规定。对采用气水冲洗的滤池，冲洗强度及时间宜符合表 4.5.2-2 的规定。

表 4.5.2-1　水冲洗的强度及时间

滤料种类	冲洗强度[L/(m^2·s)]	膨胀率（%）	冲洗时间（min）
单层石英砂滤料	13～15	45	8～6
双层滤料	14～16	50	8～6
三层滤料	16～17	50	8～6

表 4.5.2-2　气水冲洗的强度及时间

滤料种类	先气冲洗		气水同时冲洗		
	强度[L/(m^2·s)]	时间(min)	气强度[L/(m^2·s)]	水强度[L/(m^2·s)]	时间(min)
单层石英砂滤料	15～20	4～2	—	—	—
均匀级配单层石英砂粗砂滤料	13～17	3～2	13～17	3～4	4～3
双层滤料	15～20	4～2	—	—	—

续表 4.5.2-2

滤料种类	后水冲洗		表面扫洗	
	强度 [L/(m² · s)]	时间 (min)	强度 [L/(m² · s)]	时间 (min)
单层石英砂滤料	8～10	8～6	—	—
均匀级配单层石英砂粗砂滤料	4～8	9～6	1.4～2.3	全程
双层滤料	6.5～10	7～6	—	—

4.6 活性炭吸附

4.6.1 活性炭应根据水质与被吸附污染物特点，选择具有较强的吸附性能、机械强度高、化学性质稳定以及再生后性能恢复好等特性的颗粒活性炭。当采用煤质颗粒活性炭时，颗粒活性炭粒径、特性参数以及质量应符合国家现行有关标准的规定。

4.6.2 颗粒活性炭滤池的炭层厚度宜为(1.5～2.5)m，空床滤速宜为(7.5～15)m/h，接触时间不宜小于10min。

4.6.3 颗粒活性炭滤池的反冲洗应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013的有关规定。除翻板滤池可采用气水同时反冲洗外，其他池型不宜采用气水同时反冲洗。

4.7 膜 处 理

4.7.1 含藻水给水处理的膜处理单元可采用微滤或超滤。

4.7.2 膜处理单元的形式及膜孔径的大小宜根据水质、处理目标及经济条件等因素确定。

4.7.3 膜通量选择应考虑工艺流程、设计水温、水质、运行时间、运行稳定性及经济等因素合理确定。当采用压力式膜处理工艺时，设计膜通量宜小于65L/(m^2 · h)；当采用浸没式膜处理工艺时，设计膜通量宜小于40L/(m^2 · h)。膜处理系统的水回收率宜大于95%。

4.7.4 膜单元应进行冲洗及定期化学清洗。

4.7.5 膜单元化学清洗的废液严禁直接排入水体，必须按照无害化的要求进行处理与处置。

4.8 消　　毒

4.8.1 出厂水消毒应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。

4.8.2 出厂水及管网水的消毒副产物浓度必须符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定。

5 应急处理

5.0.1 以含藻的湖泊、水库或河流为水源的水厂，宜在现行行业标准《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ/T 338 规定的一级保护区边界选择水质敏感点，并设置水质突发性污染的预警设施。预警可采用水质模型或生物预警等形式。

5.0.2 湖泊、水库水源取水口半径 100m 范围内，可设置拦截设施（滤布）或其他形式的水华物理隔离区，并应采取机械捞藻等措施。

5.0.3 以湖泊、水库或含藻的河流为水源的水厂，宜在水源厂（站）或水厂设置投加预氧化剂及粉末活性炭的设施。预氧化剂和粉末活性炭投加量可根据水质和试验确定。

5.0.4 当取水口所在水域发生水华，致使出厂水含藻量大幅升高、异嗅异味严重时，除应采取紧急措施加强水厂运行管理外，还应同时加大水处理中的预氧化剂、混凝剂、助凝剂（聚丙烯酰胺等）、粉末活性炭的投加量，并调节混凝时水的 pH 值至 6.5～7.0。

附录A 藻数量的测定

A.0.1 样品制备应符合下列规定：

1 将含藻水水样摇匀后倒入1000mL筒形分液漏斗中至1000mL刻度处；

2 加入30mL鲁哥氏液（Lugols solution）摇匀固定，静沉24h后，用虹吸管吸出上清液，直至筒形分液漏斗中剩下（20～25）mL的浓缩液；

3 将浓缩液摇匀后移入到50mL带刻度的定量瓶中，然后用吸出的上清液少许冲洗筒形分液漏斗3次，每次的冲洗液一并移入上述定量瓶中；

4 读取浓缩液体积V。

A.0.2 样品提取应符合下列规定：

1 以左右平移的方式摇动定量瓶200次后立即用0.1mL的移液管从中两次各吸出0.1mL的样品，分别注入两片容积均为0.1mL的计数框中，盖上盖玻片；

2 计数框内不得有气泡，样品不得溢出计数框。

A.0.3 样品计数应符合下列规定：

1 在10×40或8×40倍显微镜下进行计数。

2 计算应采用下列公式：

1) 目镜视野法计数可采用下式

$$N=\frac{10C}{F_s\cdot F_n}\cdot V\cdot P_n \qquad (A.0.3\text{-}1)$$

式中：N——1升水中的藻数量（个/L）；

C——计数框面积（mm^2）；

V——1升水样沉淀浓缩后移入50mL定量瓶中溶液的体积（mL）；

F_s——每个视野的面积（mm^2）；

F_n——每片计数过的视野数；

P_n——每片通过计数实际数出的藻数量。

2）行格计数法可对计数框中的 2、5、8 行或 2、5、8 列进行计数，可采用下式

$$N = \frac{100V}{R} \cdot P_n \qquad \text{(A. 0. 3-2)}$$

式中：N——1 升水中的藻数量（个/L）；

V——1 升水样沉淀浓缩后移入 50mL 定量瓶中溶液的体积（mL）；

R——实际计数的行数或列数；

P_n——每片通过计数实际数出的藻数量。

3 当同一标本的两次计数值在其算术平均值±10%范围内时，则该算术平均值视为计数结果，否则应重新提取样品计数。

A. 0. 4 藻数量的快速测定应符合下列规定：

1 当藻类暴发或遇其他紧急情况需快速测定藻数量时，可采用本方法；

2 取 1000mL 水样通过孔径为（0. 020～0. 035）mm 的浮游生物网，用少量蒸馏水冲洗筛网，冲洗液收集于 50mL 带刻度的定量瓶中，然后加入 0. 5mL 鲁哥试剂，读取浓缩液体积 V；

3 采用本规范附录 A 第 A. 0. 2 条 、第 A. 0. 3 条 的规定进行样品提取和计数。

本规范用词说明

1　为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2　条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1 《室外给水设计规范》GB 50013
2 《地表水环境质量标准》GB 3838
3 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
4 《水中微囊藻毒素的测定》GB/T 20466
5 《生活饮用水水源水质标准》CJ 3020
6 《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ/T 338

中华人民共和国行业标准

含藻水给水处理设计规范

CJJ 32－2011

条 文 说 明

修 订 说 明

《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32－2011 经住房和城乡建设部 2011 年 4 月 22 日以第 997 号公告批准、发布。

本规范是在《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32－89 的基础上修订而成。上一版的主编单位是中国市政工程中南设计研究总院，主要起草人员是李家就。本次修订的主要技术内容有：1 规范的适用范围，由原规范的只适用于含藻的湖泊或水库为水源的给水处理设计，扩展到适用于含藻的河流为水源的给水处理设计；2 全面总结原规范发布实施以来我国在该技术领域发展的新技术、新经验，重点是含藻水给水处理工艺的优化，预处理、混凝沉淀、深度处理、膜处理等新内容和有关设计参数；3 新增含藻水给水处理设计中应急措施内容。

本规范修订过程中，编制组进行了充分的调查研究，总结了国内 40 余座水厂含藻水给水处理设计和运行的成熟经验；新增和修订了数十项主要设计参数。参考我国《室外给水设计规范》GB 50013－2006、《生活饮用水卫生标准》GB 5749－2006、《地表水环境质量标准》GB 3838－2002、《水中微囊藻毒素的测定》GB/T 20466－2006、《水处理用滤料》CJ/T 43－2005、《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ/T 338－2007 等相关标准，对本规范进行了修订和扩充，力求统一协调。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《含藻水给水处理设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作出了解释。但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　　次

1　总则……………………………………………………… 18
3　取水口位置选择………………………………………… 20
4　含藻水给水处理………………………………………… 23
　4.1　一般规定 ……………………………………………… 23
　4.2　预处理 ………………………………………………… 25
　4.3　混凝、沉淀（澄清） ………………………………… 28
　4.4　气浮 …………………………………………………… 31
　4.5　过滤 …………………………………………………… 33
　4.6　活性炭吸附……………………………………………… 33
　4.7　膜处理 ………………………………………………… 34
　4.8　消毒 …………………………………………………… 37
5　应急处理………………………………………………… 38

1 总　　则

1.0.1 本规范修订的目的。

1.0.2 本条规定本规范的适用范围。

1.0.3 关于水源水质、水量的规定。

湖泊、水库水的富营养程度是水源选择的一个重要的水质条件，它直接影响整个工程造价和工程投产后的正常运行、出厂水水质以及制水成本。水质调查主要对湖泊、水库的受污染和营养程度在近5年的状况及变化情况进行分析，同时通过采取卫生防护措施，要求在设计年限内水源水质不低于《地表水环境质量标准》GB 3838中地表水的Ⅲ类水质标准和《生活饮用水水源水质标准》CJ 3020的有关规定，其中特别应注意高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总氮、总磷等水质项目。

选择水源时，还必须对水源水量的变化进行分析。在设计年限及水源枯水位时应能取到符合上述水质标准的设计水量，以保证在规划年限内满足供水水量的要求。

湖泊、水库水的藻的种属、含量不同，对常规水处理工艺运行以及对出厂水水质的危害也不一样。席藻 10×10^4 个/L或蓝藻（15～30）$\times10^4$ 个/L时，水即产生嗅味。有些藻产生藻毒素，对人体更具危害；卫生部推荐饮用水源中藻类卫生标准警戒限值为 21×10^4 个/L。在不同季节，同一水源的含藻量变化很大；因此，调查不同季节和不同时期含藻水水源水质的变化，对含藻水给水处理设计十分重要。

1.0.4 关于含藻水给水处理工艺控制藻毒素的规定。

随着国家社会经济的快速发展，产生大量的工业污水、生活污水以及面源污染物等排入水库、湖泊等水域，尤其是氮磷污染，造成水体的富营养化和藻的大量繁殖。世界上许多作为饮用

水水源的水库、湖泊等水体有大量蓝藻水华形成。水华的暴发，尤其是近年国内的太湖、滇池、汉江等水体不断有报道水华发生，不仅造成水体感官性状恶化，而且由于某些藻类能够分泌藻毒素，对人体健康构成危害。在已发现的各种不同藻毒素种类中，微囊藻毒素（Microcystins，MCs）是一种在蓝藻水华污染中出现频率最高、产生量最大和造成危害最严重的藻毒素。调查发现，饮用水中 MCs 的存在与人群中原发性肝癌和大肠癌的发病率有明显的相关性。

微囊藻毒素是具有生物活性的七肽单环肝毒素，性质稳定，具有水溶性和耐热性。不论常规的水处理工艺，还是将水煮沸，都难以有效去除微囊藻毒素。研究显示，即使在 300℃高温下微囊藻毒素仍然可以保留一部分活性。

我国现行《生活饮用水卫生标准》GB 5749－2006 和《地表水环境质量标准》GB 3838－2002 中规定微囊藻毒素－LR≤0.001mg/L；世界卫生组织（WHO）在其推荐的饮用水标准指导中也增加了微囊藻毒素－LR≤1μg/L 等指标。

蓝绿藻水华产生的微囊藻毒素在水体中已经被广泛发现，传统的水处理工艺不能将其去除，混凝、沉淀过程由于管道内部湍流和滤池内压力梯度的作用可能破坏藻类细胞壁，造成藻毒素的释放，所以传统的水处理工艺反而会加重藻毒素的危害。目前去除藻毒素的方法主要有物理法、化学法和生物法。因此，在含藻水给水处理工艺选择时，应尽量避免对藻类细胞壁的破坏，控制藻毒素的生成。

1.0.5 本条规定了本规范与其他标准、规范的关系。

3 取水口位置选择

3.0.1 关于选择取水口位置的规定。

确定取水口位置时，应对水源水文特征、湖底或库底地质及底泥、浮游生物及漂浮生物、长年主导风向、河流入湖库口、排水口等进行全面的调查分析论证，使所取之水藻数量较低、水质较好。

在富营养化湖泊中，愈靠近污染源或河口的富营养化程度就愈高；离湖岸愈近，受地表径流的污染愈大，水质就越差。某湖泊离岸不同距离的取水点的水质分布如表 1。浑浊度以及色度、氨氮浓度也是相同规律。

表 1 某湖离岸不同距离取水点的高锰酸盐指数和藻的分布

离湖岸距离（m）	高锰酸盐指数（mg/L）	藻（10^4 个/L）
500	5.21	39.3
1000	4.45	27.4
1500	3.95	27.6
2000	3.69	17.2
2500	3.40	13.7

杭州西湖、鄱阳湖、吉力湖、喀纳斯湖的含藻量都是沿岸>河口>湖心。各湖泊藻的水平分布，详见表 2。

表 2 湖泊中不同位置的藻数量 （10^4 个/L）

湖　名	沿岸带	河口区	湖心区
吉力湖	385.1	269.9	160.6
喀纳斯湖	70.8	62.0	32.9
杭州西湖	729.7	471.3	325.7
江西鄱阳湖	150.0	89.8	53.2

某水厂取水口因位于高藻季节主导风向下侧凹岸区内，大量藻类漂浮，形成严重水华，腐烂发臭，致使出厂水具有恶臭，严重妨碍了水厂的正常供水；而另一水厂在同一湖泊的取水口，因位于水域开阔的位置，没有类似水华发生。因此，取水口应尽可能远离湖岸。

按照《生活饮用水集中式供水单位卫生规范》的规定，取水点周围半径 100m 的水域内，严禁捕捞、网箱养殖、停靠船只、游泳和从事其他可能污染水源的任何活动。取水点上游 1000m 至下游 100m 的水域不得排入工业废水和生活污水；其沿岸防护范围内不得堆放废渣，不得设立有毒、有害化学物品仓库、转运站，不得设立装卸垃圾、粪便和有毒有害化学物品的码头，不得使用工业废水或生活污水灌溉及施用难降解或剧毒的农药，不得排放有毒气体、放射性物质，不得从事放牧等有可能污染该段水域水质的活动。作为生活饮用水水源的水库和湖泊，应根据不同情况，将取水点周围部分水域或整个水域及其沿岸划为水源保护区。

《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ/T 338－2007 规定，一般河流水源地，一级保护区长度为取水口上游不小于 1000m，下游不小于 100m 范围内的河道水域；湖泊、水库饮用水水源保护区划分按照湖泊、水库规模的大小划分，具体为①小型水库和单一供水功能的湖泊、水库应将正常水位线以下的全部水域面积划分为一级保护区；②小型湖泊、中型水库为取水口半径 300m 水域范围的区域；③大型水库、大中型湖泊为取水口半径 500m 水域范围的区域。

湖泊、水库的分类见表 3。

表 3 湖库型饮用水水源地分类表

水源地类型		水源地类型	
水库	小型，$V<0.1$ 亿 m^3	湖泊	小型，$S<100km^2$
	中型，0.1 亿 $m^3 \leqslant V<1$ 亿 m^3		大中型，$S \geqslant 100km^2$
	大型，$V \geqslant 1$ 亿 m^3		

3.0.2 关于湖泊、水库按水深分层取水的规定。

湖泊、水库水的水质随季节和水深有较大的变化。夏秋季表层水温高，藻含量很高。湖泊、水库底的水，含氧量不足，Fe^{2+}、Mn^{2+}、硫化氢含量增加。汛期、洪水期或暴雨后，湖泊、水库水的浑浊度常常增高，不同水深的浑浊度也不同。因此采用分层取水时，在不同季节，可从不同水深取得较好水质的原水。如抚顺某水厂取水在大伙房水库内，设四层取水口，根据不同季节的水质变化分层取水，全年的原水浑浊度低于7NTU，藻类含量也较低；贵阳、青岛、大连等市以及日本釜房湖的水厂，都在水库内分层取水，有些水厂用绞车控制取水深度。

3.0.3 关于设计最低水位时取水口上缘淹没深度的规定。

本规定是为了避免取水时挟带表层水中的大量的藻、浮游生物和漂浮生物，避免受冰层妨碍。调查资料表明：我国各地已建成投产的取水口上缘淹没深度大都大于1m。故本条规定设计最低水位时取水口上缘的淹没深度不宜小于1m。

3.0.4 关于取水口下缘距湖泊、水库底高度的规定。

湖泊、水库水中死亡的浮游生物等残骸大都沉积于湖、库底，致使底泥有机质成分的含量增高。底泥有机质厌氧分解的结果，使得接近底泥的底层水中，H_2S、CO_2、Fe^{2+}、Mn^{2+}含量增加。底部泥沙也会发生变迁。根据调查，各地取水口下缘距湖、库底的高度均大于1m。据此，本条规定不宜小于1m。

4　含藻水给水处理

4.1　一 般 规 定

4.1.2　关于含藻水给水处理工艺流程选择原则的规定。

目前含藻水给水处理工艺的主体工艺或单元一般包括混凝沉淀（澄清）或气浮、过滤、消毒的常规工艺，以及预处理、膜处理和深度处理工艺构成，工艺流程主要根据水质情况采用不同的组合。深度处理工艺包括：活性炭吸附滤池、臭氧—生物活性炭滤池以及膜处理单元等。对水质复杂或水质变化较大的水源，水处理工艺选择时，可以根据需要进行相应的试验，保证选择的水处理工艺流程经济、高效，运行及管理方便。

4.1.3　关于含藻水处理工艺流程的规定。

本条列出了含藻水给水处理工艺一般采用的工艺流程，主要处理单元包括：预处理、混凝沉淀（澄清）、气浮、过滤和深度处理。由于含藻水水源一般受到微污染，含藻量较高，正常情况下采用常规的混凝沉淀、过滤工艺会影响工艺的稳定运行或出厂水水质，前置预处理能够保证工艺的稳定运行，提高出水水质。因此，工艺流程的特点是必须有预处理工艺段，也是目前采用的主要工艺方法。预处理工艺一般采用预氯化、预臭氧、高锰酸钾等化学预氧化或生物预氧化以及投加粉末活性炭等。在常规工艺流程之前设置预氧化、粉末活性炭、生物预处理，国内均有实例；预加氯更为普遍。含藻水采用生物预处理不产生有害副产物。

1　原水—预处理—混凝—沉淀（澄清）—气浮—过滤—消毒工艺流程的主要特点是混凝沉淀后接气浮工艺。气浮是除藻的有效方法之一，但是气浮常年运行的费用较高，对于季节性短期呈现含藻量升高特点的含藻水水源，全年采用气浮则不经济，因

此，一般将混凝沉淀和气浮工艺串联，在藻含量高的时间，后续的气浮工艺运行，藻含量较低时混凝沉淀后直接超越气浮，这样既保证了水质又节省了运行成本。国内有成功运行的实例。

常规处理工艺流程中的沉淀或气浮都是含藻水处理工艺的主要单元，在水质变化大的水源，也可采用浮沉池，以应对高藻期间的水质保障。

2 原水—预处理—混凝—气浮或沉淀（澄清）—过滤—消毒工艺流程，主要是常规处理工艺的混凝沉淀及混凝气浮仅选择一种。对常年藻含量较高的水源，可以直接选择气浮工艺单元；对常年藻含量不高的水源水，由于对常规处理的混凝沉淀和过滤工艺运行影响有限，因此，可以采用混凝沉淀工艺单元。

我国含藻水给水处理的多年生产运行实践和试验研究结果表明，用常规处理工艺流程处理含藻水，在适当地降低沉淀（澄清）池表面负荷和滤池滤速、增加混凝剂及助凝剂投加量、原水含藻量短时间增高时投加粉末活性炭，出厂水水质可符合国家水质标准。国外先进国家的含藻水处理均有此经验。

我国有多座含藻水水厂为混凝—气浮—过滤的水处理工艺流程。在运行正常时，出厂水水质符合要求。

3 水源水质条件较差，如水源为Ⅳ类～劣Ⅴ类时，或常年藻含量较高时，一般预处理＋常规处理工艺很难达到饮用水水质标准，可以采用在其后增加深度处理工艺单元。

北京第九水厂在常规水处理工艺流程的过滤工艺之后，续以颗粒活性炭吸附，可以有效吸附常规处理出水的异嗅，改善水的口感；当原水平均含藻量为（215～315）$\times 10^4$ 个/L 时，炭滤池出水平均含藻量比原水降低 92%～96%。我国目前采用该工艺流程的水厂主要在太湖流域及江浙地区水源水质较差的地区。日本霞浦水厂原水含藻，在常规处理工艺流程的混合工艺之前增加生物预处理，在滤池之后增加颗粒活性炭吸附。出厂水无异嗅异味。

4 膜处理工艺近年来在国内使用增多，因此专门列出该工

艺形式。膜处理工艺主要采用超滤或微滤。除作为常规处理和深度处理外，也作为水源水的预处理以及与粉末活性炭联用除微污染。本条内容仅列出了主要的工艺形式。

含藻水给水处理仅列出主要工艺流程，其他包括强化常规处理工艺、二次微絮凝强化过滤以及多点投加预氧化剂等工艺，在生产中都有较好的效果。含藻水给水处理工艺流程选择时，还必须结合水源水质的特点，经过技术经济比较以及借鉴其他有效的生产实践确定。

4.1.4 有关含藻水采用过滤工艺单元的规定。

湖泊、水库水源由于浑浊度较低，过去国内一些水厂采用微絮凝直接过滤。但是，由于水源在不同季节以及随着环境变化会影响水源水质，尤其是水温、大风等的影响，会降低直接过滤工艺的出水水质，有的甚至影响工艺的正常运行。目前，原直接过滤工艺大多都增加了混凝沉淀工艺。美国要求直接过滤的进水，长年的浑浊度应小于 25NTU、色度应小于 25 度、硅藻应少于 20×10^4 个/L；多数直接过滤水厂的进水浑浊度小于 10NTU。日本的生活饮水处理不用直接过滤工艺。因此，规定含藻水水源的水厂不宜采用微絮凝直接过滤工艺。

4.2 预 处 理

4.2.1 关于预处理工艺设置原则的规定。

含藻水水源由于一般呈微污染状态，尤其是季节性藻含量升高，影响水厂净水工艺的正常运行。因此，规定应设置预处理设施。一般可考虑预氯化、臭氧预氧化、投加高锰酸钾以及与粉末活性炭联用的方式去除微污染。常年藻含量较高、有机污染以及氨氮污染的水源可考虑设置生物预处理工艺。

4.2.2 关于预氧化药剂选择的原则。

臭氧预氧化剂因制备系统较复杂、设备费用较高，一般与臭氧生物活性炭工艺联用，较少单独使用。其他化学预氧化药剂的采用也与许多因素相关，因此，无论采用何种预氧化药剂都需要

进行综合比较后确定。药剂投加与出水水质有着密切关系，氯等在水源受污染程度较大时，可能会产生其他有害物质影响出水水质，因此，投加药剂应根据水源水质等情况选择，不得影响出水水质。

4.2.3 关于确定预氧化药剂投加点的原则。

预氧化药剂投加点关系到净化效果。选择投加点时，要考虑工程的具体情况。为节省药剂投加量，应考虑药剂的接触时间，能够利用水源厂（站）和净水厂之间的管道容量时，投加点可设置在水源厂（站）。各种预氧化药剂与混凝剂、吸附剂等会有相互抵消的作用，反而降低除嗅味、除藻及助凝的效果，应考虑药剂之间投加的时间间隔，充分发挥各种药剂的作用。《室外给水设计规范》GB 50013－2006 中规定，高锰酸钾与其他药剂宜有（3～5）min 的间隔时间。

4.2.4 关于确定预氧化药剂投加量的原则。

预氧化药剂的投加量要结合工艺目标，考虑各种因素合理确定。通过小试能够确定投药量，并保证水质安全，因此，一般可通过试验确定。

预氧化药剂的投加量和确定原则，《室外给水设计规范》GB 50013－2006有较详细的规定。用于去除有机微污染物、藻和控制臭味的高锰酸钾投加量可为（0.5～2.5）mg/L。

4.2.5 关于预氧化药剂接触时间的原则规定。

预氧化剂与待处理水的接触时间，在工艺目标和药剂种类不同时会有较大差异，但是必须满足接触时间，保证预氧化工艺的效果。

《室外给水设计规范》GB 50013－2006 中规定，预臭氧接触时间宜为（2～5）min。

4.2.6 关于粉末活性炭投加的有关规定。

投加粉末活性炭，能有效地去除含藻水的异嗅、异味、藻毒素以及氯消毒副产物，能明显地提高常规工艺的除藻效率。我国有多座湖泊、水库水厂已经积累使用粉末活性炭经验。美国的一

百多座常规水处理工艺水厂、日本的湖泊及水库常规工艺水厂都采用投加粉末活性炭。粉末活性炭的投加时间，一年大约为几天至几十天。因此，规定粉末活性炭作为短时间的吸附剂。

由于水源的水质条件差异较大，因此，在确定粉末活性炭投加点和投加量时，可以进行相应的试验。

粉末活性炭宜加于原水中，进行充分混合，接触（10～15）min 以上之后，再加氯或混凝剂。除在取水口投加以外，根据试验结果也可在混合池、絮凝池、沉淀池中投加。粉末活性炭的用量范围是根据国内外生产实践及试验资料规定。

4.2.7 有关采用生物预处理的规定。

采用生物预处理工艺的前提条件主要是原水的可生物降解性和水温，因此，必须充分重视评估原水进行生物预处理的可行性。

在生物预处理的工程设计之前，应先用原水做该工艺的试验，试验时间宜经历冬夏两季。原水的可生物降解性可根据 BDOC 或 BOD_5/COD 比值鉴别。

对四座湖泊、水库的水，用相同规格的人工填料系统地进行生物预处理中试结果表明，当 BOD_5/COD 的平均比值为（0.21～0.45）时，藻、氨氮、嗅阈值、耗氧量的平均去除率分别为：89.2%、82.6%、49.7%、26.3%；当 BOD_5/COD 的比值为 0.08，填料上不能挂膜，藻、氨氮、嗅阈值、耗氧量的去除率分别低至：45.8%、38.7%、20.5%、12.4%。国内 5 座水厂长期试验结果也表明，BOD_5/COD 比值宜大于 0.2。因此，规定该比值宜大于 0.2。

使用人工填料（悬浮球、YDT、PWT、蜂窝等）生物接触氧化池、陶粒生物滤池等生物预处理工艺处理含藻水，污染物的去除效率一般为：藻 65%～90%，藻毒素 70%～85%，氨氮 80%～95%，耗氧量 20%～42%。但生物预处理要求水温不能太低，低于 5℃时生物的活性较差，对氨氮、耗氧量的去除效果不甚明显。因此，规定水温不宜低于 5℃。

4.2.8 关于人工生物预处理设计参数的有关规定。

国内外多座水厂的生产运行或中型试验资料都说明，生物预处理池水力停留时间为（1.8～2.2）h 以及穿孔管曝气气水比为1∶1～2∶1时，生物预处理的效率高，并且运行稳定。

4.2.9 关于下向流颗粒滤料滤池生物预处理设计参数的规定。

本条的颗粒滤料主要指人工陶粒滤料，参数的确定主要参考国内的中试及有关的生产运行数据。

粒径（2～5）mm、厚度 2m 的下向流颗粒滤料生物预处理池，曝气的气水比为1∶1左右、滤速为（4～6）m/h 时，藻和耗氧量的去除率分别为55%～85%、17.2%～27.3%。滤池采用气水反冲洗，冲洗周期为（3～7）d。

4.3 混凝、沉淀（澄清）

4.3.1 关于混合及絮凝池设计的规定。

现行《室外给水设计规范》GB 50013－2006 中已经有较明确的规定，因此，可以直接采用。对于气浮池前的混凝时间，根据工程的实际数据可少于沉淀工艺，因此，作了此项规定。

4.3.2 关于沉淀池基本设计参数的规定。

平流沉淀池的表面负荷、水平流速和沉淀时间，一般随原水水质、混凝效果、整流设备和水温等的不同而有较大的差异。现将国内外取用湖泊、水库水的水厂平流沉淀池的表面负荷、水平流速和沉淀时间列于表4。

表4 国内外部分水厂平流沉淀池设计参数

	表面负荷 [$m^3/(m^2 \cdot h)$]	水平流速 (mm/s)	沉淀时间 (h)
青岛	0.39～1.57	5.9	4
大连		3～10	2～4
长春		5.6～6	
美国大湖　密西西比河上游地区卫生工程委员会标准	0.83～1.71	2.54（最大）	4（最小）

续表 4

	表面负荷 [$m^3/(m^2 \cdot h)$]	水平流速 (mm/s)	沉淀时间 (h)
日本茂庭水厂	2.27	4.89	
日本蹴上水厂	1.53	7.82	2.15
日本水道设施设计指南・解说		≤6.67	3～5

国外有一些含藻水水厂，平流沉淀池的表面负荷为（1～2）$m^3/(m^2 \cdot h)$；水平流速为（6～10）mm/s；沉淀时间为冬天（3～4）h，夏天 2h。参考国外资料并根据我国各地湖泊、水库水水厂的运行情况，同时考虑到沉淀池出水水质标准的提高，故条文规定平流沉淀池的表面负荷宜为（1.0～2.0）$m^3/(m^2 \cdot h)$，水平流速宜为（6～10）mm/s，沉淀时间宜为（4～2）h。北方地区以及原水浑浊度较低时，沉淀时间宜采用较高值，水平流速宜采用较低值。

4.3.3 关于上向流斜管沉淀池的液面负荷的规定。

液面负荷值与原水水质、凝聚剂、沉淀池出水水质要求、斜管直径及长度等有关。据调查，各地湖泊、水库水厂斜管沉淀池的液面负荷大都在《室外给水设计规范》GB 50013－2006 规定的（5～9）$m^3/(m^2 \cdot h)$的范围。国外如日本村野水厂（琵琶湖水源水）的斜管沉淀池液面负荷为 6.5$m^3/(m^2 \cdot h)$，深圳某水库水源斜管沉淀池液面负荷 5.93$m^3/(m^2 \cdot h)$。考虑到含藻水较难沉淀的特点以及沉淀池出水水质标准的提高，故本条规定上向流斜管沉淀池的液面负荷宜为（5.0～6.5）$m^3/(m^2 \cdot h)$。

4.3.4 关于澄清池清水区液面负荷的规定。

国内湖泊、水库水的水厂，澄清池的清水区液面负荷一般为（2.5～3.2）$m^3/(m^2 \cdot h)$。国外澄清池的清水区液面负荷（部分数据系根据上升流速换算）如下：

1 美国推荐设计参数为：辐射式上向流澄清池（1.3～1.9）$m^3/(m^2 \cdot h)$，混凝澄清池（2～3）$m^3/(m^2 \cdot h)$，悬浮澄清池

$(2\sim3)m^3/(m^2 \cdot h)$。

2 日本水道协会规定，浑浊度低、颗粒小、容易孳生藻类的原水以及凝聚剂投加率形成的浑浊度比原水浑浊度高并且可能有轻的絮凝体形成的倾向时，要求采用小的液面负荷 $(2.09\sim2.7)m^3/(m^2 \cdot h)$。日本霞浦水厂（霞浦湖水源）澄清池的液面负荷一般为 $(2.16\sim2.52)m^3/(m^2 \cdot h)$，蹴上水厂（琵琶湖水源）为 $3.35m^3/(m^2 \cdot h)$。

欧洲某国的给水设计规范规定，当进水悬浮物小于 20mg/L 时，澄清区的液面负荷，冬季为 $(1.44\sim1.8)m^3/(m^2 \cdot h)$，夏季为 $(2.16\sim2.52)m^3/(m^2 \cdot h)$；而当进水悬浮物为 (20～100) mg/L 时，澄清区的液面负荷冬季为 $(1.8\sim2.16)m^3/(m^2 \cdot h)$，夏季为 $(2.52\sim2.88)m^3/(m^2 \cdot h)$。

根据湖泊、水库水的澄清特点并结合国内外资料，本条规定澄清池清水区液面负荷宜为 $(2.0\sim3.0)m^3/(m^2 \cdot h)$。

4.3.5 关于高效沉淀池的规定。

目前，在城市给水工程中有较多使用不同形式的高效沉淀池，而且取得了较好的效果。因此，增加了高效沉淀池工艺单元。高效沉淀池主要指机械混凝且有污泥外回流的沉淀形式，其中沉淀区设置斜管。污泥的外回流一般采用 3%～5%的回流比。目前这种工艺在国内已经开始使用，因此，根据目前实际应用情况制定有关的参数。国内部分水厂采用高效沉淀池的主要参数见表 5。

表 5 含藻水水源水厂高效沉淀池液面负荷

厂名	水源名称	规模 $(10^4m^3/d)$	沉淀区液面负荷 $[m^3/(m^2 \cdot h)]$	藻含量 $(10^4$ 个/L)	备注
北京市第九水厂（微砂加重高效沉淀池）	密云水库	150	42.5	400	
胜利油田民丰水厂（中置式高效沉淀池）	民丰水库	6	11.63	1756	

续表 5

厂名	水源名称	规模 ($10^4m^3/d$)	沉淀区液面负荷 [$m^3/(m^2·h)$]	藻含量 (10^4 个/L)	备注
乌鲁木齐市石墩子山水厂（高密度高效沉淀池）	乌拉泊水库	20	23		低温低浊
上海杨树浦水厂	黄浦江	36	22		微污染水
天津市津滨水厂（高密度高效沉淀池）	引栾水源	50	16.2		微污染高藻水源
嘉兴市南郊贯泾港水厂（中置式高效沉淀池）	南郊河、长塘河水源	15	15.12		微污染水
上海市南市水厂（高密度高效沉淀池）	黄浦江	50	21.4		微污染水
嘉兴市石臼漾水厂（中置式高效沉淀池）	新塍塘	8	15.5		微污染水

4.4 气　　浮

4.4.1 关于气浮池接触室上升流速和分离室向下流速及液面负荷的规定。

气浮池接触室上升流速应以接触室内水流稳定，气泡对絮粒有足够的捕捉时间为准。根据各地调查资料，上升流速大多采用20mm/s 。某些水厂的实践表明，当上升流速低，也会因接触室面积过大而使释放器的作用范围受影响，造成净水效果不好。据资料分析，上升流速的下限以 10mm/s 为宜。

在生产运行中，含藻水气浮池分离室液面负荷小于 $6.7m^3/(m^2·h)$时，藻的去除率可达 80%；8 $m^3/(m^2·h)$时，藻去除率下降。我国东北地区有些气浮池液面负荷为 $7m^3/(m^2·h)$。本条规定液面负荷可为$(5.4\sim7.2)m^3/(m^2·h)$。

4.4.2 关于气浮池的单格宽度、池长及水深的规定。

本条按照《室外给水设计规范》GB 50013 的规定列出。

4.4.3 关于气浮池排渣设备的规定。

气浮池在运行过程中，难免有细砂和部分藻渣絮粒下沉淤积于池底。为保证气浮池出水水质，延长放空清洗周期，本条规定气浮池底部应设置排泥设施。

4.4.4 关于气浮池有关参数的规定。

为减小因管道过长而造成压力的损失，故规定溶气罐宜接近气浮池。

国外资料中的溶气压力多采用（0.4～0.6）MPa。根据我国的试验成果，提高溶气罐的溶气量及释放器的释气性能后，可适当降低溶气压力，以减少电耗。因此，按国内试验及生产运行情况，规定溶气压力一般可采用（0.2～0.4）MPa 范围。

回流比应根据原水浑浊度大小以及气泡粘附絮粒的难易程度决定。气浮池运行研究结果表明，溶气水回流比 6%～7.4%时除藻效率不高，高藻季节需要 11%～15%。本条规定溶气水回流比一般宜采用 6%～10%，含藻量高时溶气水回流比可为 11%～15%。

4.4.5 关于气浮池藻渣处置的规定。

含藻水中的藻上浮至气浮池分离室的水面，形成一层藻浮渣。藻渣的量约为气浮池处理水量的 0.04%，藻渣含水率为 92%～97%。藻渣层的厚度取决于排渣周期的长短，可厚至 10cm 以上。

气浮池藻渣的污染物浓度很高：一般 BOD_5 为 8.8g/L、COD 51g/L、悬浮固体 44g/L，氮、磷、砷、锌、铅、铁含量都高。国内气浮池的藻渣较多未经过任何处理而直接排入水体，对水源的污染很严重；也有把气浮池藻渣回流到本水厂的水源，造成藻渣“循环”；还有把气浮池藻渣排入污水系统，致使下游的污水处理厂在藻渣排入的时段停止运行。

气浮池藻渣经过板框压滤机脱水后的含水率可降至 78%～80%。因此，本条规定气浮池的上浮藻渣必须全部收集，并应按

当地环保部门规定进行处置；严禁把藻渣排入水体。

4.5 过　滤

4.5.1 关于滤池的滤料组成及滤速的有关规定。

采用水冲洗的不均匀石英砂滤料（d_{10}=0.55）滤池在含藻水处理的过滤过程中过滤周期很短，故规定单层石英砂滤料粒径为（0.7～1.0）mm。因含藻水的可滤性比较低，故规定单层石英砂滤料的正常滤速为（5～7）m/h，双层滤料、三层滤料的滤速也相应减小。

4.5.2 有关滤池冲洗的规定。

本条按照《室外给水设计规范》GB 50013－2006 中滤池水冲、气水冲洗的有关规定，结合含藻水水质特点，冲洗强度的范围和冲洗时间适当增加。

4.6 活性炭吸附

4.6.1 关于活性炭选择原则的规定。

4.6.2 关于活性炭滤池设计参数的有关规定。

根据国内外湖泊水库水源水的 13 座水厂生产运行以及两处含藻水处理试验的资料都说明，常规处理工艺流程的过滤之后的颗粒活性炭滤池，当炭层厚度为(1.5～2.5)m 以及空床滤速为(6.8～12)m/h 时，颗粒活性炭吸附池的吸附效果正常。去除臭、味的颗粒活性炭滤池的设计空床接触时间(EBCT)一般为(8～15)min，考虑到水质标准提高，以及含藻水水源的水质特点，本条规定不宜小于 10min。因此，本条规定颗粒活性炭滤池炭层厚度宜为(1.5～2.5)m，空床滤速宜为(7.5～15)m/h。

4.6.3 关于颗粒活性炭滤池反冲洗的规定。

由于颗粒活性炭相对密度较小，根据试验如采用气水同时反冲洗会使滤料大量流失，因此，除翻板滤池池型时可以采用气水联合同时反冲洗外，其他池型不宜采用气水联合同时反冲洗，气水分别单独冲洗可避免颗粒活性炭的流失。

4.7 膜 处 理

4.7.1 关于膜处理单元形式的规定。

膜分离是在外加推动力的作用下，利用膜的透过能力达到分离水中离子或分子以及某些微粒的技术。根据膜微孔孔径的不同，可分为微滤（MF）、超滤（UF）、纳滤（NF）、反渗透（RO）等。

微滤和超滤的作用机理主要是物理截留，重点是去除水中的悬浮性物质；纳滤和反渗透的主要作用机理是溶解、扩散，重点是去除水中的溶解性物质。由于反渗透和纳滤的投资和运行能耗较高，在含藻水水源给水处理中较少采用。微滤介于常规过滤和超滤之间，能去除“两虫”、藻类和水生生物，但不能完全去除细菌和病毒；超滤对细菌、病毒、“两虫”、藻类和水生生物有较高的去除率，是目前保障饮用水生物安全性最有效的技术之一。因此，规定含藻水水源的给水处理一般宜采用微滤或超滤。

4.7.2 关于膜处理具体形式的规定。

用于含藻水给水处理工艺的膜单元主要有超滤和微滤。膜组件主要采用中空纤维膜。按照运行方式不同可分为压力式和浸没式两种，根据水流方向压力式又可分为外压式和内压式两种。

通常微滤的膜孔径为（0.05～5.0）μm，超滤的膜孔径为（5～100）nm。膜处理单元的具体形式宜结合水质和处理目标及经济条件等因素确定。

压力式超滤膜的推动力由泵在进水侧加压，膜组件在正压下工作，为密闭式系统，采用内压式或外压式设计。外压式中空纤维膜产品水在膜丝内，水流通道没有被阻塞的风险，但纤维间死角易导致堵塞，不易清洗，主要适用于浊度较高的待处理水；内压式超滤膜系统水从膜丝的内部向外，无死角，适用于水质良好的待处理水。但进水水质较差时抗污染能力差，需要更严格的预处理。

浸没式超滤膜的推动力依靠产水侧抽真空，膜组件在负压下

工作，利用虹吸或泵抽吸方式进行负压抽滤，采用开放式系统。

4.7.3 关于膜通量确定的原则。

膜通量是膜处理工艺的重要参数之一，是指单位时间内通过单位膜面积的水量，常用单位 $L/(m^2 \cdot h)$。膜通量过大或过小对工程投资、运行管理及经济运行影响较大。而且，膜通量会随着运行时间、清洗等逐渐降低；水温降低时，膜通量也会减小。因此，应根据水质以及当地的条件等因素合理确定。

膜处理工艺在国内外应用的部分实例列于表 6。

表 6 膜处理在给水处理中的部分应用

序号	厂 名	规模 ($10^4m^3/d$)	水源	净水工艺	膜形式	膜单元参数
1	加拿大 Lakeview 水厂	36.3	湖水	臭氧—生物活性炭—超滤	浸没式超滤	跨膜压差（0.02～0.03）MPa，膜通量 $43L/(m^2 \cdot h)$，系统回收率 95%
2	澳门大水塘（MSR）水厂	6	水库水	混凝—气浮—超滤	浸没式超滤	跨膜压差（0.02～0.03）MPa，膜通量 $39L/(m^2 \cdot h)$，系统回收率 95%
3	红海 Jeddah 港口 kindasa 水厂	5.65		混凝—超滤	压力式超滤	跨膜压差（0.015～0.04）MPa，膜通量 $78\ L/(m^2 \cdot h)$
4	新加坡 chestnut 水厂	27.3	微污染水源水	强化混凝—超滤	浸没式超滤	跨膜压差（0.02～0.03）MPa，膜通量 $68L/(m^2 \cdot h)$，系统回收率 96%
5	上海洋山深水港供水工程	1.6	自来水	曝气生物活性炭—超滤	压力式超滤	跨膜压差（0.06～0.1）MPa，膜通量 $70L/(m^2 \cdot h)$
6	美国马萨诸塞州 seekonk 水厂	1.6		高锰酸钾预氧化—超滤	浸没式超滤	跨膜压差（0.01～0.065）MPa，膜通量 $42L/(m^2 \cdot h)$

续表 6

序号	厂　名	规模 ($10^4m^3/d$)	水源	净水工艺	膜形式	膜单元参数
7	佛山市新城区优质水厂	0.5	自来水	活性炭吸附—超滤—臭氧二氧化氯联合消毒	浸没式超滤	跨膜压差(0.028～0.040)MPa，膜通量57.5L/(m^2·h)，系统回收率94%～95%
8	南通市芦泾水厂	2.5	长江南通段	原水—絮凝—超滤—清水池—出水	浸没式超滤	跨膜压差≤0.09MPa，膜通量32L/(m^2·h)
9	天津市杨柳青水厂	0.5	含藻的受污染滦河水	原水—管道混合—絮凝—超滤	压力式超滤	跨膜压差<0.15MPa，膜通量37.5L/(m^2·h)，系统水回收率98%

结合国内外的工程实例，并考虑经济和安全性，本条对压力式和浸没式膜处理工艺分别作了规定。根据工艺流程和水质情况，膜通量范围可进行调整。

4.7.4 关于膜单元定期冲洗及化学清洗的规定。

超滤膜组件在运行中，原水中的胶体、悬浮物、细菌等被膜内表面截留，这些物质会在膜管内积累造成膜的污染。为了维持膜的性能和保持膜透水量的相对稳定需要定期对膜丝进行冲洗。具体的冲洗周期确定，可考虑产品的要求以及水质条件确定。

4.7.5 关于对化学清洗废液处理处置的规定。

膜组件在运行一定时间后，膜会被污染，通量下降，为恢复其通量，除在线反洗外，还需要定期进行化学清洗。即采用化学药剂与膜内污染反应，达到清洗掉污染物的目的。化学清洗主要采用酸碱以及氧化剂等，清洗废液的腐蚀性及有害物质浓度较高，必须收集单独处理和处置，以避免对环境造成危害。因此，本条规定必须进行无害化处理与处置。

4.8 消　　毒

4.8.1、4.8.2 关于水厂出厂水消毒的规定。

《室外给水设计规范》GB 50013 中对出厂水消毒已有明确规定，因此，本条明确应执行其中相应的规定。

采用氯消毒，目前仍然是国内和世界先进国家的大多水厂的主要消毒剂，但出厂水及管网水的氯消毒副产物浓度必须符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。可以通过控制前体物浓度、采用活性炭吸附等处理工艺使消毒副产物浓度符合上述标准规定。

5 应 急 处 理

5.0.1 关于含藻水水源设置水质预警设施的原则规定。

目的是在水源水质受到突发性污染时，能够争取有更多的时间调整水厂的运行控制参数或采取投加药剂等应急处理措施。

5.0.2 关于物理隔离区设置的规定。

由于藻类大部分分布在水深 20m 以内的水中，如蓝藻、绿藻在最上层，硅藻多分布于深层，为防止在水流和风的作用下藻对取水口的影响，可设置水面上的物理拦截以及捞藻设施，以降低其影响。按照《生活饮用水集中式供水单位卫生规范》的规定，取水点周围半径 100m 的水域内，严禁捕捞、网箱养殖、停靠船只、游泳和从事其他可能污染水源的任何活动，考虑到实施条件，本条规定可在 100m 范围内设置。

5.0.3 关于以含藻水为水源的水厂及其取水口设置投加预氧化剂和粉末活性炭投加设施应急处理设备的规定。

水华的持续时间很短，一般为几天到一个星期，事故的发生往往很快，所以应该有预先制定的应急方案。

5.0.4 关于处理含藻水水源发生水华时的规定。

取水口所在水域发生水华时，水面浮藻厚度甚至达到数十厘米。某水厂曾因水华，导致暂时停产。

实践资料表明：(1)混凝时 pH 值为 8.6 时，沉淀水的含藻量为 2400 万个/L；混凝时 pH 值为 6 时，沉淀水含藻量则为 300 万个/L；(2)除藻时，助凝剂和预加氯的投加量均需加大 2 倍；投加聚丙烯酰胺助凝剂可去除硅藻 97%，预加氯可去除藻 95%～98%；(3)臭气很浓，土味素达到 100μg/L 以上时，投加粉末活性炭 100mg/L 可以完全除臭；日本金町水厂(规模为 182 万 m^3/d)正常运行时的粉末活性炭投加量即达到 100mg/L。

滤池的反冲洗强度可适当加大，反冲洗周期可缩短至正常运行时的二分之一左右。

因此，在水华时段内，调节 pH 值，适当加大预氧化剂(氯、高锰酸钾)、混凝剂、聚丙烯酰胺助凝剂、粉末活性炭的投加量，适当地降低水处理负荷和调整反冲洗强度和周期，可以有效地去除水中的藻、臭、味、色度、浑浊度，可使出厂水符合饮用水水质标准。

1 5 1 1 2 2 0 2 9 2

统一书号：15112 · 20292
定　　价：**10.00** 元